

Júlio Mannuel Tavares Diniz*¹

Rayonil Gomes Carneiro¹

Francisco Cassio Gomes Alvino²

Edicarlos Pereira de Sousa³

Edigleison Pereira de Sousa⁴

José Raimundo de Sousa Júnior⁵

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 13/06/2013. Aprovado em 17/08/2013.

¹ Mestrando em Meteorologia, DCA/UFCG, Campina Grande-PB. E-mail: julio_mannuel@hotmail.com

² Graduando em Agronomia, CCTA/UFCG, Pombal-PB

³ Doutorando em Meteorologia, DCA/UFCG, Campina Grande-PB

⁴ Graduando em Engenharia Ambiental, CCTA/UFCG, Pombal-PB

⁵ Agrônomo, CCTA/UFCG, Pombal-PB



Avaliação do comportamento térmico diário do solo de Campina Grande-PB

RESUMO

Variações diurnas e sazonais na incidência de radiação solar fazem com que as condições térmicas do solo estejam em permanente alteração. A variação da temperatura do solo que uma planta consegue suportar é relativamente ampla, no entanto, seu desenvolvimento é seriamente comprometido a partir do momento em que o solo passa a assumir temperaturas abaixo ou acima de certos valores limites. Logo, a presente pesquisa tem como objetivo o estudo do comportamento térmico diário do solo através de dados coletados no Instituto Nacional do Semiárido, durante os meses de julho a dezembro do ano de 2012. A partir da análise dos resultados, verificou-se uma progressiva diminuição da variabilidade diária das temperaturas do solo à medida que se avança em profundidade. Além disso, as temperaturas de maior magnitude foram observadas nos meses de novembro e dezembro.

Palavras-chave: INSA, radiação solar, temperatura do solo, variabilidade diária.

Evaluation of soil's daily thermal behavior from Campina Grande-PB

ABSTRACT

Diurnal and seasonal variations in the solar radiation input makes the thermal conditions of soil is in permanent change. The range of soil temperature which a plant will tolerate is often quite broad, however, its development is seriously compromised from the moment in that the soil begins to assume temperatures below or above certain limits. Soon, this research aims to study of daily thermal behavior of soil using data collected in National Institute of Semiarid, during the months from July to December of 2012. From the analysis of the results, it was found a progressive decrease of daily variability of soil temperatures as it advances in depth. Furthermore, the temperatures of greater magnitude were observed in the months of November and December.

Keywords: INSA, solar radiation, soil temperature, daily variability.

INTRODUÇÃO

O solo é de fundamental importância para as plantas em virtude de suprir diariamente as suas necessidades de água e nutrientes, como também pelo fato de lhes propiciar ancoragem e estabilidade (OLIVEIRA et al., 2005). O crescimento das plantas no contexto de produção agrícola exige condições adequadas para se obter uma colheita de maneira economicamente vantajosa. Para uma produção agrícola eficiente é importante compreender as características físicas do solo em que as plantas estão inseridas, a fim de reconhecer as limitações daquele ambiente e para melhorá-lo sempre que possível sem prejudicar a sua qualidade (GARDNER et al., 1999).

Medições de temperatura em diferentes profundidades do solo são rotineiras em estações meteorológicas, porém, são poucos os estudos que têm feito uso de tais observações. Em geral, a não utilização de tal acervo de dados deve-se principalmente por não considerar o fator térmico como limitante para produção agrícola dando-se maior ênfase ao fator hídrico.

A temperatura do solo é uma propriedade de natureza física que influi diretamente em uma série de processos ambientais relacionados às plantas, tais como germinação de sementes, velocidade e duração de crescimento, desenvolvimento e atividade radicular, ocorrência e severidade de pragas, etc. (Hillel, 2004). Além disso, comanda a evaporação e arejamento bem como o tipo e a taxa das reações químicas que se realizam no solo (LAL; SHUKLA, 2004).

O aquecimento demasiado do solo na fase inicial de estabelecimento das culturas compromete a absorção de nutrientes pelas plantas (Castro, 1989). As altas temperaturas também ocasionam efeitos nocivos sobre as raízes e a atividade microbiana (FURLANI et al., 2008). Johnson e Lowery (1985), ao realizarem estudo acerca dos efeitos de práticas de cultivo sobre as temperaturas e propriedades térmicas do solo, verificaram que a variação de 1°C na temperatura do solo pode afetar significativamente a taxa de crescimento do milho em regiões de clima temperado.

As magnitudes das temperaturas do solo estão em constantes alterações visto que este é continuamente perturbado pela “entrada” de calor mediante incidência de radiação solar como também pela “perda” através de processos físicos como, por exemplo, a evaporação. Variações diurnas e sazonais na incidência de radiação solar fazem com que condições de temperatura do solo uniforme nunca sejam alcançadas.

Uma fração da energia incidente é absorvida pela superfície do solo ocasionando conseqüentemente a sua elevação de temperatura (aquecimento). Este aumento de temperatura dá origem a um gradiente térmico no interior do solo, proveniente do fato da temperatura na superfície ser mais elevada que a de regiões adjacentes, dando origem a um fluxo de calor através do perfil vertical do solo (sentido descendente durante o período diurno). Esta transferência de energia é realizada pelo processo físico denominado de condutividade térmica (WARRICK, 2001).

Quando uma mesma quantidade de energia está disponível para solos distintos o processo de aquecimento e resfriamento pode ser bastante variável devido ao fato de cada solo possuir propriedades térmicas específicas (RAO et al., 2005). Apesar da sua importância, poucos estudos foram realizados pela comunidade científica acerca das características térmicas dos solos do Brasil.

A fim de contribuir para o desenvolvimento dessa área científica, a presente pesquisa tem como objetivo o estudo do comportamento térmico diário do solo da cidade de Campina Grande-PB.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do presente trabalho foram utilizados dados obtidos através de uma estação meteorológica automática em funcionamento no Instituto Nacional do Semiárido – INSA, localizado na cidade paraibana de Campina Grande (7,22oS; 35,88oO). Os dados empregados são provenientes de observações realizadas ao longo dos meses de julho a dezembro do ano de 2012.

Para o monitoramento do regime térmico diário do solo foram utilizados sensores de temperatura que operam durante 24 horas por dia, instalados em três profundidades distintas. Esses equipamentos encontram-se alojados, mais especificamente, nas profundidades de 10, 20 e 50 centímetros.

De acordo com Spiegel (1993), o grau ao qual os dados numéricos tendem a dispersar-se em torno de um valor médio chama-se variação ou dispersão dos dados. Dispõe-se de várias medidas de dispersão ou variação, sendo a utilizada nesta pesquisa denominada de coeficiente de variação (CV). Com o objetivo de verificar para cada profundidade a variabilidade diária das temperaturas do solo em torno dos respectivos valores médios (referentes a cada ciclo diário), fez-se uso da seguinte equação (THURMAN, 2012):

$$\text{Coeficiente de Variação} = \frac{s}{\bar{X}} \times 100\% = \frac{1}{\bar{X}} \times \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (X_j - \bar{X})^2}{N}} \times 100\%$$

Em que, s é o desvio padrão e \bar{X} são as médias diárias da temperatura do solo para cada profundidade. De acordo com Larson e Farber (2004), pode-se interpretar o resultado do coeficiente de variação da seguinte maneira: quanto menor o CV mais homogêneo é o conjunto de dados e quanto maior o CV mais heterogêneo é o conjunto de dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O município de Campina Grande é caracterizado pelo baixo índice pluviométrico, baixa umidade, solo seco, clima semiárido, vegetação de caatinga e temperatura elevada em grande parte do ano. Para o período de estudo, entre os meses de julho a dezembro do ano de 2012, a precipitação para este município esteve abaixo da normal climatológica dos referentes meses (Figura-1),

Avaliação do comportamento térmico diário do solo de Campina Grande-PB

apresentando um total pluviométrico de 148,5 mm, o que representa apenas 62,2% do esperado para este período.

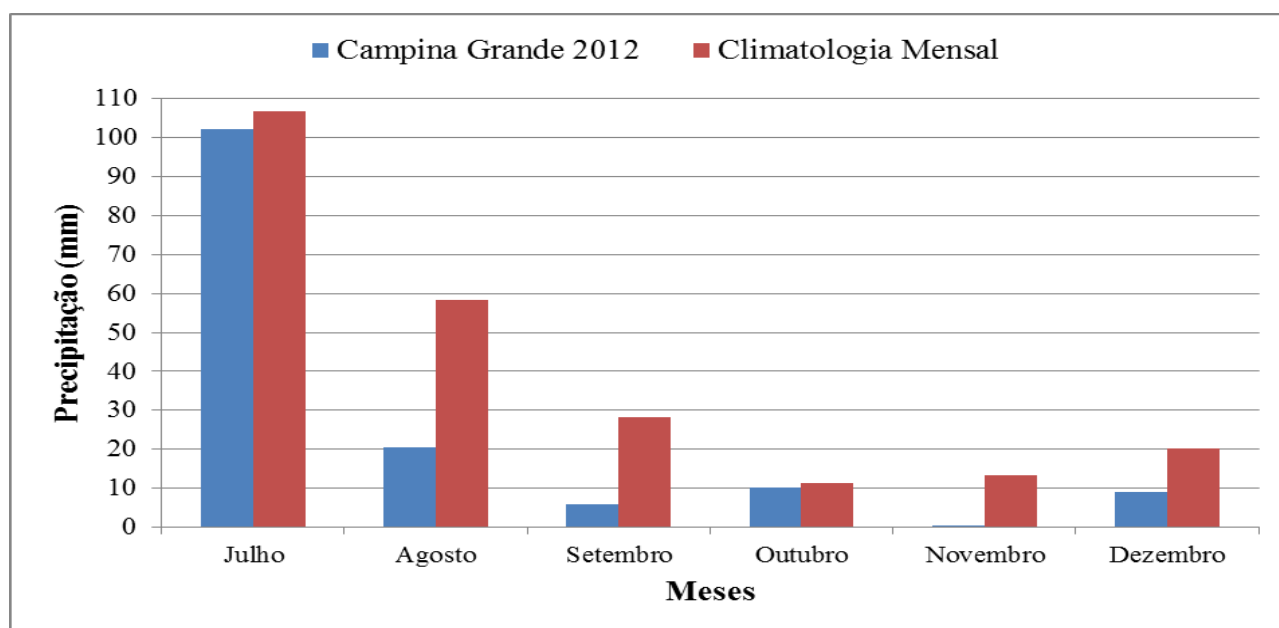


Figura 1. Totais mensais de precipitação para o município de Campina Grande-PB, referentes aos meses de julho a dezembro do ano de 2012, e a respectiva climatologia mensal.

O mês de julho apresentou o maior índice de precipitação, com o total de 102,1 mm, ocorrendo uma pequena defasagem em relação à climatologia para este mês. Os demais meses obtiveram baixos índices de precipitação, com o mês de novembro tendo precipitação quase que nula, com o total de apenas 0,5 mm, ocorrendo uma defasagem de 12%. O mês que apresentou uma maior diminuição dos totais pluviométricos em relação à normal climatológica foi o mês de agosto, com uma alteração de 38%.

Para os meses de estudo a temperatura do solo apresentou maior amplitude na profundidade de 10 cm (Figura-2A), em torno de 23,8 °C. Notou-se que durante todo o período os maiores valores para esta profundidade ficou localizado entre as 12 e 17 horas, enquanto as menores temperaturas ocorreram no fim da madrugada e

no início da manhã (entre 2 e 8 horas). Oliveira et al. (2010), ao analisarem uma menor amostra de dados, verificaram que as regiões mais próximas a superfície do solo apresentaram as temperaturas mais elevadas por volta das 14 horas e as mínimas em torno das 5 horas.

Ainda com relação à Figura-2A, observa-se que os menores valores da temperatura do solo foram observados no mês de julho, reflexo da precipitação ocorrida nesse período, com valores em torno de 19,8 °C. Em virtude do acúmulo de umidade no solo, proveniente da precipitação, verifica-se uma tendência desse meio em assumir temperaturas de baixa magnitude durante o mês de agosto. Os meses de novembro e dezembro apresentaram os maiores valores da temperatura do solo para a profundidade de 10 cm, devido à menor taxa de cobertura de nuvens, com valores próximos dos 44°C.

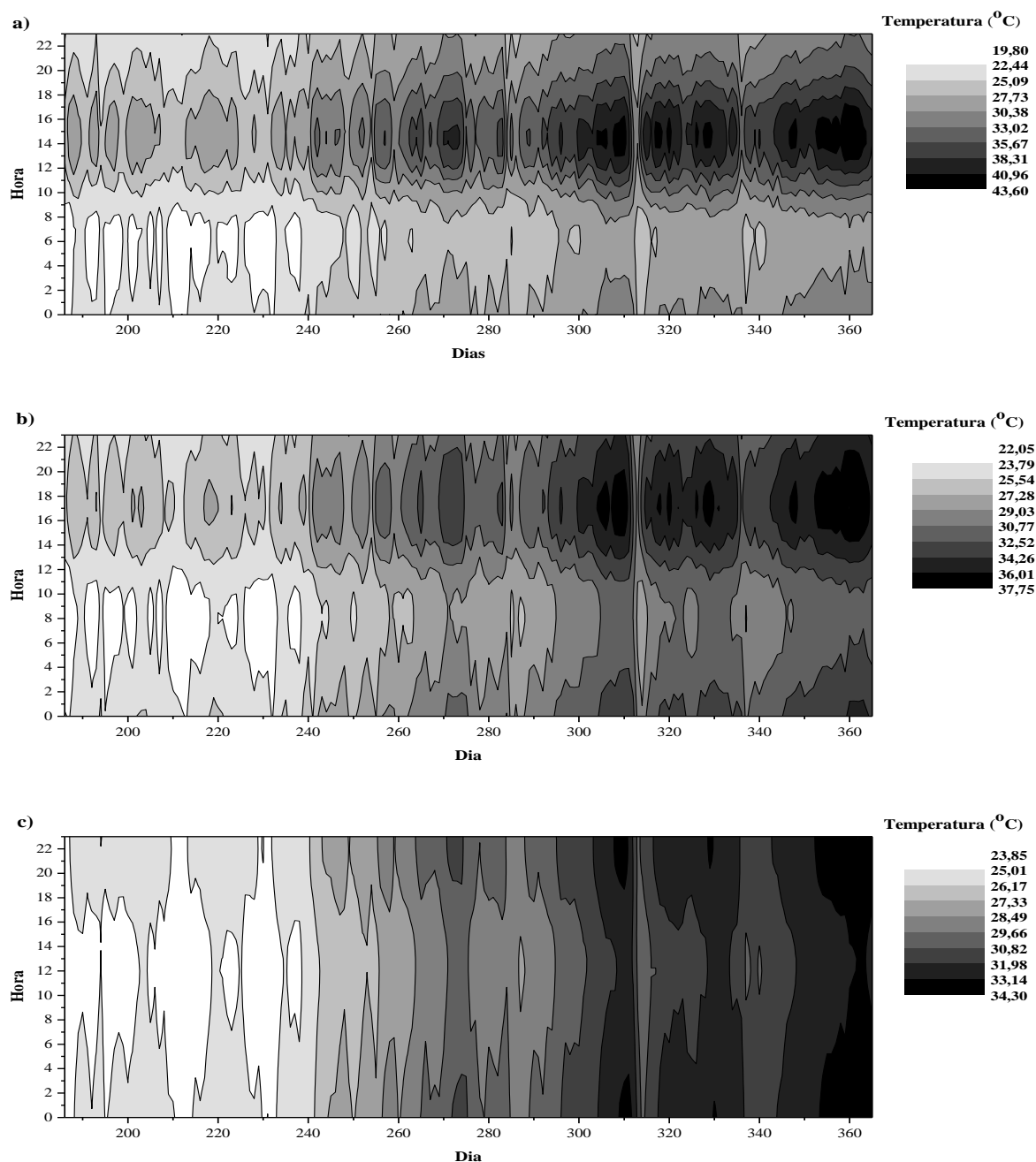


Figura 2. Variação da temperatura do solo (°C) nas profundidades de: a) 10 cm, b) 20 cm e c) 50 cm, entre os meses de julho e dezembro de 2012.

A profundidade de 20 cm apresentou uma variação nos horários de ocorrência das máximas e mínimas temperaturas do solo (Figura-2B) e uma menor amplitude térmica, em torno de 12,7 °C, em relação à profundidade de 10 cm. Os valores máximos ocorreram entre 14 e 20 horas, enquanto as menores temperaturas ocorreram entre 4 e 10 horas. De acordo com Geiger (1980), esta mudança em comparação à camada mais superficial é consequência do fluxo de calor no interior do solo ocorrer de maneira relativamente lenta. Os meses de julho e agosto continuaram apresentando os menores valores da temperatura do solo, com mínimos em torno de 22,05°C.

Para esta profundidade os máximos também continuaram a ocorrer nos meses mais secos (novembro e dezembro), com valores próximos dos 38°C.

A camada de 50 cm (Figura-2C) mostrou-se quase que homogênea durante os ciclos diários, apresentando apenas variações nítidas ao analisar as condições térmicas do solo ao longo dos meses de estudo. Segundo Pillar (1995), à medida que se avança em profundidade verifica-se uma menor variabilidade das temperaturas do solo, permanecendo quase que constante durante os ciclos diários (em geral, as variações não excederam 2°C). As temperaturas mínimas, similarmente ao verificado nas

Avaliação do comportamento térmico diário do solo de Campina Grande-PB

demaís profundidades, também foram observadas nos meses de julho e agosto. Os valores máximos foram observados no fim de dezembro, assumindo temperaturas próximas dos 35°C.

Uma maneira eficaz de verificar a variabilidade das temperaturas do solo com relação aos respectivos valores

médios diários é através da estimativa do coeficiente de variação (CV). A Figura-3 apresenta os coeficientes de variação das temperaturas do solo para os ciclos diários e profundidades de estudo.

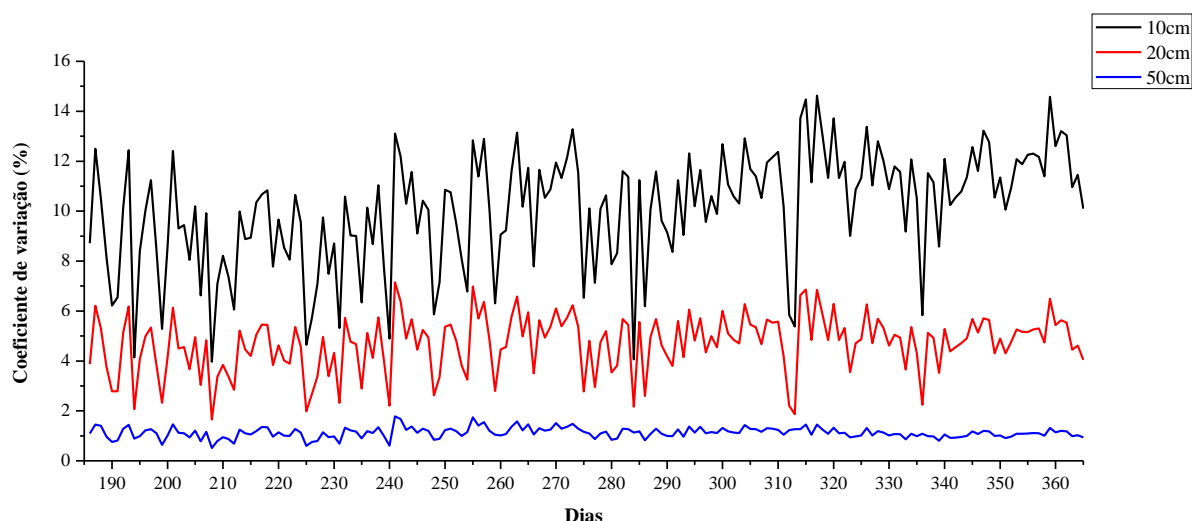


Figura 3. Variabilidade diária das temperaturas do solo para o período compreendido entre julho e dezembro do ano de 2012.

Conforme o observado anteriormente, verifica-se com base na análise da figura acima que as temperaturas do solo se mantêm quase que constante ao longo do dia na profundidade de 50 cm, apresentando variações bastante sutis ao comparar com as oriundas das regiões mais próximas a superfície. Esse comportamento faz com que nessa profundidade o coeficiente de variação assuma valores, para todo o período de estudo, inferiores a 2% (baixa variabilidade diária das temperaturas do solo).

À medida que se aproxima da superfície observa-se que as condições térmicas do solo passam a se alterar de formar mais significativa durante os ciclos diários, de tal modo que o coeficiente de variação chega a assumir valores da ordem de 15%. Segundo Diniz et al. (2013), as temperaturas do solo em regiões próximas a superfície apresentam maior variabilidade que as demais em virtude da sua maior facilidade em perder (período noturno) e ganhar (período diurno) calor durante os ciclos diários. Portanto, pode-se concluir que a variabilidade diária das temperaturas do solo está inversamente relacionada à profundidade. Gasparim et al. (2005), observou fenômeno semelhante ao estudar o comportamento térmico do solo em experimento realizado e conduzido na Estação Experimental Agrometeorológica da Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

CONCLUSÕES

A partir da presente pesquisa, verificou-se uma gradativa diminuição das amplitudes térmicas com o aumento da profundidade. Constatou-se que a camada mais superficial (10 cm) apresenta maior variabilidade

térmica, enquanto que a camada mais profunda (50 cm) permanece em grande parte homogeneia ao longo dos ciclos diários.

Os valores mínimos da temperatura do solo, para todas as profundidades, ficaram entre os meses de julho e agosto, devido à maior precipitação. Já os máximos foram observados nos meses de novembro e dezembro.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba) pelo fornecimento dos dados utilizados neste estudo, bem como ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Apoio ao Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas de estudo.

REFERÊNCIAS

CASTRO, O. M. **Preparo do solo para a cultura do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1989.

DINIZ, J. M. T.; SOUSA, E. P.; WANDERLEY, J. A. C.; FIDELES FILHO, J.; MARACAJÁ, P. B. Variabilidade diária da temperatura do solo: Um estudo de caso. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 1, p. 1-6, 2013.

FURLANI, C. E. A.; GAMERO, C. A.; LEVIEN, R.; SILVA, R. P.; CORTEZ, J. W. Temperatura do solo em função do preparo do solo e do manejo da cobertura de

inverno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 375-380, 2008.

GARDNER, C. M. K.; LARYEA, K. B.; UNGER, P. W. **Soil physical constraints to plant growth and crop production**. Rome: Land and Water Development Division, FAO, 1999.

GASPARIM, E.; RICIERI, R. P.; SILVA, S. L.; DALLACORT, R.; GNOATTO, E. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. **Acta Scientiarum**, v. 27, p. 107-115, 2005.

GEIGER, R. **Manual de Micrometeorologia**. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 1980.

HILLEL, D. **Introduction to environmental soil physics**. Massachusetts: Elsevier Science, 2004.

JOHNSON, M. D.; LOWERY, B. Effect of three conservation tillage practices on soil temperature and thermal properties. **Soil Science Society of America Journal**, v. 49, p. 1547-1552, 1985.

LAL, R.; SHUKLA, M. K. **Principles of soil physics**. New York: Marcel Dekker, 2004.

LARSON, R.; FARBER, B. **Estatística aplicada**. 2ª Ed. São Paulo: Prentice Hall, 2004. 476 p.

OLIVEIRA, M. L.; RUIZ, H. A.; COSTA, L. M.; SCHAEFER, C. E. G. R. Flutuações de temperatura e umidade do solo em resposta à cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 4, p. 535-539, 2005.

PILLAR, V. D. **Clima e vegetação**. UFRGS: Departamento de Botânica, 1995.

RAO, T. V. R.; SILVA, B. B.; MOREIRA, A. A. Características térmicas do solo em Salvador, BA. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, p. 554-559, 2005.

SPIEGEL, M. R. **Estatística**. 3ª Ed. São Paulo: Makron Books, 1993. 643 p.

THURMAN, P. W. **Estatística**. São Paulo: Saraiva, 2012. 232 p.

WARRICK, A.W. **Soil physics companion**. Florida: CRC Press, 2001.